

ИЗУЧЕНИЕ ИЗНОСА ОПРАВОК ДЛЯ ВОЛОЧЕНИЯ КАПИЛЛЯРНЫХ ТРУБ

Шалаева М.С.

*Руководители – профессор, доктор технических наук Логинов Ю.Н.,
профессор, кандидат технических наук Демаков С.Л.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
shalaevams@mail.ru*

Производство медных капиллярных труб основано на многоступенчатой обработке металлов давлением. Заключительной фазой обработки является волочение на плавающей оправке. Качество труб во многом определяется состоянием внутренней поверхности, которое, в свою очередь, задается качеством поверхности обрабатывающего инструмента – оправки.

Из реального промышленного производства отобраны образцы оправок для волочения капиллярных труб размерами 1,85 x 0,71 мм из меди марки М1р после волочения 100 кг медной заготовки (около 4,5 км длины). Предметом изучения являлось состояние поверхностного слоя оправок, включая хромовое покрытие.

Анализ поверхности оправок проводили на растровом электронном микроскопе JSM-6490LV. Химический состав наблюдаемых включений определяли методом микрорентгеноспектрального анализа с помощью приставки к микроскопу Oxford Inca.

Для оценки характера изменений поверхностного слоя за счет износа, изготавливали продольные шлифы оправок, на которых выполняли измерения толщины слоя покрытия и определяли области повышенного износа. Механическая полировка осуществлялась на установке LaboPol 5 фирмы “Struers” с использованием наждачной бумаги с зернистостью 1000.

На рис.1 приведены результаты исследования износа в зоне рабочего конуса оправки при увеличении x400, x1600; x800 с результатом микроспектрального анализа; белые стрелки указывают на трещины в хромовом покрытии, белый крестик – место взятия пробы. Как видно из полученных результатов, поверхность износа представляет собой риски различной толщины и глубины, при этом направление рисков совпадает с направлением волочения.

На фото видны трещины, расположенные под различными углами к направлению рисков. Результаты микроспектрального анализа подтверждают, что хром, несмотря на износ, является основой покрытия (содержание железа – основного компонента материала оправки, равно нулю).

В области трещины, несмотря на видимую свободную поверхность, выявлено повышенное содержание меди. Это говорит о внедрении при

волочении частиц меди в устье трещины. Тем самым создаются предпосылки для омеднения поверхности, что провоцирует постепенное затягивание поверхности оправки медью – явление, наблюдаемое в производстве. В результате ухудшаются условия контактного трения: скольжение внутренней поверхности заготовки происходит не по хромированной поверхности, а по омедненной оправке. Вместе с тем, из практики обработки медных заготовок известно, что при деформации меди наблюдаются одни из наиболее высоких значений коэффициента трения.

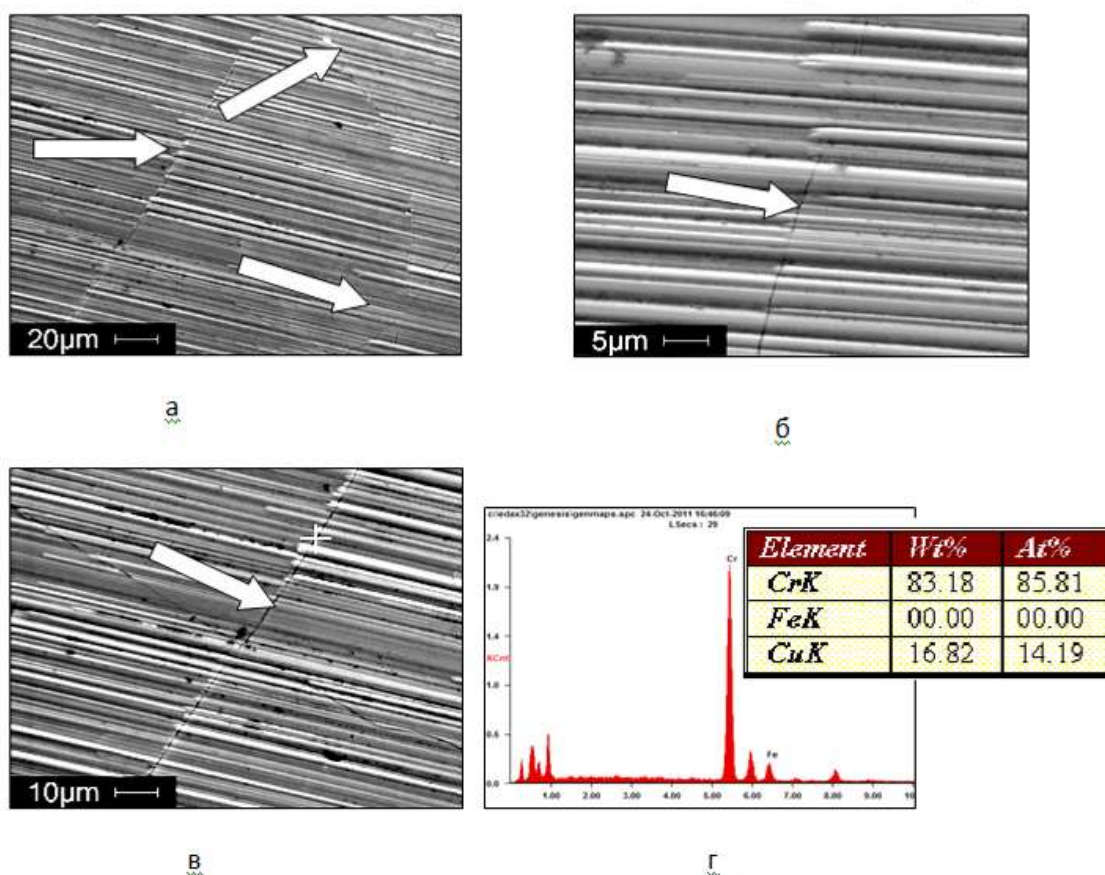


Рис.1. Поверхность износа в зоне рабочего конуса оправки при увеличении $\times 400$ (а), $\times 1600$ (б); $\times 800$ (в) с результатом микроспектрального анализа (г); белые стрелки указывают на трещины в хромовом покрытии, белый крестик – место взятия пробы

Таким образом, омеднение ухудшает трибологические свойства контакта.

Само появление рисков можно связать с загрязнением применяемой технологической смазки более твердыми, чем медь частицами, в том числе оксидами меди, продуктами износа инструмента (прессовой иглы, оправок по маршрутам волочения и др.). Такие абразивные частицы имеют возможность перемещения в потоках смазки, возникающих в зазорах между инструментом и обрабатываемым металлом на всех стадиях обработки.

Отдельным вопросом является характер изменения толщины слоя хромового покрытия по длине рабочей поверхности оправки. На рис. 2,а представлено фото продольного шлифа оправки с контуром хромового покрытия. При малом увеличении видно, что линия контура фрагментарно прерывается, что связано с наличием трещин. Кроме того, толщина линии максимальна на нерабочих поверхностях, включая зону «кармана». На увеличенном изображении продольного шлифа (рис.2, б) конической части оправки со слоем хрома (белого цвета) видны трещины и выкрашивание хрома в устьях трещин, обращенных к наружной поверхности покрытия. При тщательном рассмотрении можно увидеть также различную глубину вдавливания фрагментов хромового покрытия в стальную основу оправки.

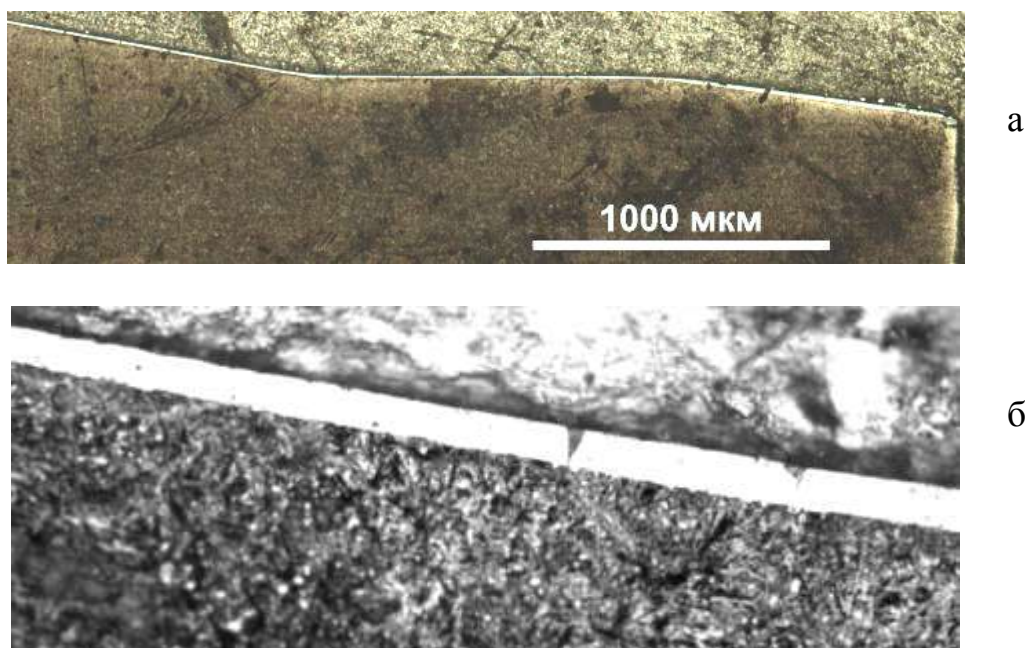


Рис.2. Фото продольного шлифа оправки (а) с контуром хромового покрытия, увеличенное изображение (б) конической части оправки (нижняя часть рисунка) со слоем хрома (белого цвета): видны трещины и выкрашивание хрома в устьях трещин

Полученные данные позволяют создать предпосылки для снижения вредных последствий износа волочильного инструмента.